

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-267444

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int.Cl.⁶

F 2 5 B 9/00

F 2 5 D 1/00

識別記号

3 0 1

F I

F 2 5 B 9/00

F 2 5 D 1/00

3 0 1

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-67936

(22) 出願日 平成9年(1997)3月21日

(71) 出願人 000231235

日本酸素株式会社

東京都港区西新橋1丁目16番7号

(72) 発明者 赤坂 亮

東京都港区西新橋1-16-7 日本酸素株式会社内

(72) 発明者 池田 真

東京都港区西新橋1-16-7 日本酸素株式会社内

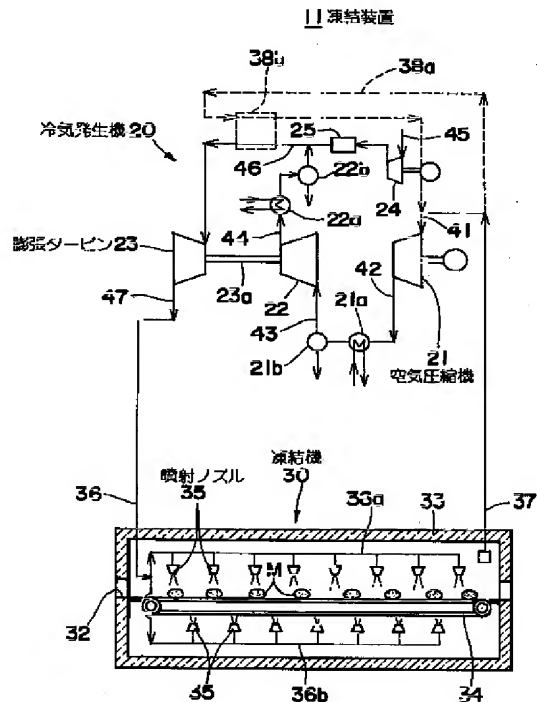
(74) 代理人 弁理士 木戸 一彦 (外1名)

(54) 【発明の名称】 凍結方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 任意の温度、風量、圧力の冷気を容易に発生させることができ、発生した冷気の持つ冷熱エネルギーと流動エネルギーとを有効に用いることにより、被凍結物を効率よく冷却凍結し、凍結時間の短縮を図ることができるとともに、多種類の被凍結物を凍結の対象にすることができ、さらに、構成を簡素化して小型化することにより省スペース化や運転、維持管理が容易で、消費動力を低減することができる被凍結物の凍結方法及び装置を提供する。

【解決手段】 冷気発生機20で圧縮空気を断熱膨張させて発生した冷気を、凍結機30に設けた噴射ノズル35から被凍結物に直接噴射して被凍結物(冷凍食品M)を凍結する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧縮空気を断熱膨張させて冷気を発生させる冷気発生機で発生した冷気により被凍結物を凍結する方法であって、前記冷気発生機で発生した冷気を、被凍結物を凍結する凍結機に供給して該凍結機に設けられた噴射ノズルから被凍結物に直接噴射して被凍結物を凍結することを特徴とする凍結方法。

【請求項2】 前記噴射ノズルから噴射された冷気は、被凍結物を凍結することによって温気となった後、前記凍結機から前記冷気発生機に回収して再圧縮し、前記圧縮空気として循環させることを特徴とする請求項1記載の凍結方法。

【請求項3】 前記噴射ノズルから噴射する冷気の量及び／又は温度は、被凍結物の凍結条件に応じて調節することを特徴とする請求項1記載の凍結方法。

【請求項4】 前記冷気発生機から前記凍結機に供給する冷気の量が、前記凍結機から前記冷気発生機に回収する温気の量より多いことを特徴とする請求項1記載の凍結方法。

【請求項5】 空気圧縮手段と、該空気圧縮手段で圧縮した圧縮空気を断熱膨張させて冷気を発生する膨張手段とを有する冷気発生機と、その内部に被凍結物と冷気とを投入して被凍結物を凍結する凍結機とを組み合わせ構成した被凍結物の凍結装置であって、前記冷気発生機で発生した冷気を前記凍結機に供給する冷気供給経路と、前記凍結機で被凍結物の凍結に使用した後の温気を前記冷気発生機に回収する温気回収経路を備えとともに、前記凍結機内に前記冷気発生機から供給する冷気を被凍結物に直接噴射する多数の噴射ノズルを備えたことを特徴とする凍結装置。

【請求項6】 前記噴射ノズルは、噴射ノズル同士の間隔及び／又は噴射ノズルと被凍結物との距離を可変自在に形成されていることを特徴とする請求項5記載の凍結装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、凍結方法及び装置に関し、詳しくは、圧縮空気を断熱膨張させることによって発生した冷気を、噴射ノズルから凍結物に直接噴射して凍結物を凍結させる凍結方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】冷凍食品の製造工程等で、被凍結物を所望の低温度に冷却して凍結させ、連続的に凍結製品を得る凍結方法及び装置として、冷気循環式の凍結方法及び装置が知られている。図3は、このような冷気循環式冷凍食品凍結装置の一例を示すものである。この凍結装置は、入口1及び出口2の開口を有する断熱トンネル3内に、前記入口1と出口2とを連絡するベルトコンベヤ等の搬送手段4を設け、冷凍食品Mを搬送手段4で入口1から断熱トンネル3内を経て出口2に向けて移送しながら

冷凍食品Mを連続的に凍結させるように形成されている。

【0003】前記冷凍食品Mを冷却する冷気は、断熱トンネル3内の入口1及び出口2の近傍にそれぞれ開口5、6を有する循環導管7に設けられたファン8により送出され、熱交換器9においてフロン冷凍機10で生成した低温冷媒で冷却され、冷気となって開口6から断熱トンネル3内に供給される。断熱トンネル3内に供給された冷気は、断熱トンネル3内で冷凍食品Mを冷却することによって温気となり、開口5から循環導管7を経てファン8に吸引され、再び前記熱交換器9で冷却されて冷気となり、前記経路を循環する。

【0004】この結果、前記入口1から断熱トンネル3内を経て出口2に移送される冷凍食品Mは、この間に冷気により冷却され、出口2に至って凍結製品として搬出される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の方法及び装置では、循環冷気を生成するための寒冷発生装置であるフロン冷凍機で得られる冷却温度が、周知のように、 -40°C 程度であるから、これと熱交換して得られる冷気の温度も -35°C 程度となり、被凍結物の凍結温度との差が小さいため、凍結時間がかかるという問題があった。そこで、さらに低温を得るために、フロン冷凍機を二段圧縮式にする方法もあるが、この場合は、構成が複雑になるとともに設備費や動力費が高むことになり、得られる冷却温度も、 $-50\sim-55^{\circ}\text{C}$ 程度であり、効果的ではなかった。

【0006】また、冷気を循環させてフロン冷凍機で発生する寒冷と熱交換させるためにファンと熱交換器とが必要であり、冷気発生部が大型となり、設備費や動力費が高むという問題もあった。

【0007】このような凍結装置において、凍結物を凍結するために冷気から被凍結物に与えられる熱量Qは、次式で表される。

$$Q = k A \Delta T$$

Q：交換熱量 [kcal/h]

k：被凍結物と冷気との熱伝達係数 [$\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h}^{\circ}\text{C}$]

A：被凍結物の表面積 [m^2]

ΔT ：被凍結物と冷気との平均温度差 [$^{\circ}\text{C}$]

上記式から、発生した冷熱を被凍結物に有効に伝達するためには、熱伝達係数kと平均温度差 ΔT とを増加させればよいことがわかる。

【0008】前記熱伝達係数kは、流速の0.8乗に略比例するから、例えば流速を2倍にすれば、熱伝達係数kは約1.7倍になる。したがって、熱伝達係数kを増加させるためには、冷気の流速を速めればよいが、流速を更に速めるためには、より大型で強力なファンを必要とし、消費動力が増加することになる。

【0009】また、平均温度差 ΔT を増加させるためには、発生する冷気の温度を被凍結物の凍結温度よりかけ離れた低温にする必要があるが、上述のように、フロン冷凍機ではこのような低温は得られない。

【0010】すなわち、上記従来の冷氣循環式の凍結方法及び装置では、発生する冷氣温度は、被凍結物の凍結温度に近い温度であり、さらに、発生した冷熱の被凍結物への伝達効率も劣るため、凍結時間を短縮することは難しい。また、冷氣の温度や流量、流速を被凍結物の種類、形状、重量等に応じて選択することができず、多種類の被凍結物を凍結の対象とすることができないという問題もあった。

【0011】一方、上記冷氣循環式とは別に、フロン冷凍機で発生する冷熱に代えて液化窒素や液化炭酸ガス等の冷熱を利用する液化ガス式の凍結方法及び装置も知られている。これによると、比較的安い設備費で容易に低温の冷熱を得ることができるが、冷熱の温度が低い割には被凍結物表面への熱伝達効率が劣っており、高価な液化ガスの冷熱を有効利用しきれず、また、凍結に使用した後のガスを回収利用することが難しいため、運転費が嵩むという問題があった。

【0012】そこで本発明は、任意の温度、風量、圧力の冷氣を容易に発生させることができ、発生した冷氣の持つ冷熱エネルギーと流動エネルギーとを有効に用いることにより、被凍結物を効率よく冷却凍結し、凍結時間の短縮を図ることができるとともに、多種類の被凍結物を凍結の対象にすることができ、さらに、構成を簡素化して小型化することにより省スペース化や運転、維持管理が容易で、消費動力を低減することができる被凍結物の凍結方法及び装置を提供することを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の凍結方法は、圧縮空気を断熱膨張させて冷氣を発生させる冷氣発生機で発生した冷氣により被凍結物を凍結する方法であって、前記冷氣発生機で発生した冷氣を、被凍結物を凍結する凍結機に供給して該凍結機に設けられた噴射ノズルから被凍結物に直接噴射して被凍結物を凍結することを特徴としている。

【0014】さらに、本発明方法は、前記噴射ノズルから噴射された冷氣が被凍結物を凍結することによって温気となった後、前記凍結機から前記冷氣発生機に回収して再圧縮し、前記圧縮空気として循環させることを特徴とし、前記噴射ノズルから噴射する冷氣の量及び／又は温度を被凍結物の凍結条件に応じて調節することを特徴とし、前記冷氣発生機から前記凍結機に供給する冷氣の量が前記凍結機から前記冷氣発生機に回収する温気の量より多いことを特徴としている。

【0015】また、本発明の凍結装置は、空気圧縮手段と、該空気圧縮手段で圧縮した圧縮空気を断熱膨張させて冷氣を発生する膨張手段とを有する冷氣発生機と、そ

の内部に被凍結物と冷氣とを投入して被凍結物を凍結する凍結機とを組み合わせる構成した被凍結物の凍結装置であって、前記冷氣発生機で発生した冷氣を前記凍結機に供給する冷氣供給経路と、前記凍結機で被凍結物の凍結に使用した後の温気を前記冷氣発生機に回収する温気回収経路を備えるとともに、前記凍結機内に前記冷氣発生機から供給する冷氣を被凍結物に直接噴射する多数の噴射ノズルを備えたことを特徴としており、さらに、前記噴射ノズルにおける噴射ノズル同士の間隔及び／又は噴射ノズルと被凍結物との距離を可変自在に形成されていることを特徴としている。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を適用した凍結装置の一形態例を示す系統図である。この凍結装置11は、冷氣発生機20と凍結機30とから構成されている。冷氣発生機20は、空気を圧縮して圧縮空気を生成する空気圧縮機21と、これに付随して設けられる冷却器21a及びドレン分離器21bと、圧縮空気を更に昇圧する昇圧機22と、これに付随して設けられる冷却器22a及びドレン分離器22bと、昇圧空気を断熱膨張させて冷氣を発生する膨張タービン23と、系内に空気を導入するための補助空気圧縮機24と、これに付随して設けられた乾燥器25と、これらの機器類を接続する配管とから構成されている。

【0017】また、前記凍結機30は、両端に入口31、出口32の開口を有する断熱トンネル33と、その内部に前記入口31と出口32とを連絡するベルトコンベヤ等の搬送手段34と、該搬送手段34上に載置されて移動する被凍結物、例えば冷凍食品Mの上下から冷氣を噴射する多数の噴射ノズル35と、前記冷氣発生機20から供給される冷氣を前記噴射ノズル35に導入する冷氣供給経路36及び該冷氣供給経路36から分岐したノズルヘッダー36a、36bと、冷凍食品Mを冷却、凍結することにより昇温した温気を断熱トンネル33内から前記冷氣発生機20に返送する温気回収経路37とから構成されている。

【0018】このように冷氣発生機20と凍結機30とを組み合わせる構成された凍結装置11において、冷氣を発生し、発生した冷氣で冷凍食品を凍結する方法について説明する。

【0019】まず、冷氣発生機20で冷氣を発生する方法について説明する。温気回収経路37から回収された断熱トンネル33内の温気は、配管41から空気圧縮機21に吸入されて圧縮され、圧縮空気となって配管42に導出し、冷却器21aで冷却水等により冷却され、冷却により発生したドレンがドレン分離器21bで除去される。ドレン分離器21bを導出した圧縮空気は、配管43から昇圧機22に導入されて更に昇圧され、配管44に導出されて冷却器22aで冷却され、発生したドレンがドレン分離器22bで除去される。

【0020】一方、補助空気圧縮機24では、配管45から吸入された大気が圧縮され、図示しない冷却器で冷却され、ドレン分離器でドレンが分離された後に前記乾燥器25に導かれ、乾燥剤により乾燥される。この補助空気圧縮機24で圧縮されて系内に導入される補助空気は、前記昇圧機22で昇圧した昇圧空気と略同じ圧力、略同じ温度となっている。また、補助空気の量は、断熱トンネル33内を正圧に保持することができる範囲に設定され、通常は、前記昇圧空気の量に対して数%～数十%である。

【0021】前記ドレン分離器22bを導出した昇圧空気と、前記乾燥器17を導出した補助空気とは、配管46に合流して膨張タービン23に導入され、断熱膨張して寒冷を発生し、温度約 -80°C 、圧力約 0.2 kg/cm^2 の冷氣となって配管47に導出する。このとき発生する断熱膨張エネルギーは、膨張タービン23と前記昇圧機22とを連結する軸23aを介して昇圧機22での昇圧エネルギーとして消費される。このように、冷氣発生機20では、凍結機30から温気を回収し、圧縮、昇圧した後に断熱膨張させることによって低温の冷氣を発生する。

【0022】次に、上記冷氣発生機20で発生した冷氣により被凍結物を凍結する方法について説明する。前記膨張タービン23から配管47に導出した冷氣は、冷氣供給経路36を通して冷氣発生機20から自圧で凍結機30に供給される。冷氣供給経路36から供給された冷氣は、ノズルヘッダー36a、36bを介して断熱トンネル33内に多数設けられた噴射ノズル35に導かれ、該噴射ノズル35から搬送手段34上に載置されて移動する冷凍食品Mに向けて上下両方向から噴出する。また、前記噴射ノズル35は、例えば歯車機構や油圧機構等により、噴射ノズル35同士の間隔や噴射ノズル35の吹き出し口と冷凍食品Mとの距離を可変可能な構造に形成されている。

【0023】噴射ノズル35から噴出する冷氣は、圧力が約 0.2 kg/cm^2 と高いため、噴射ノズル35のノズルを通過するときに膨張して高速流が発生し、この高速流により噴射雰囲気中の空気を巻き込み、末広がり状の冷氣流を形成する。図2は、噴射ノズル35から噴出した冷氣の流れの状態を模式的に表したものである。

【0024】図2において、噴射ノズル35から噴出した冷氣は、噴出直後では、ノズル入、出の圧力差によって数十 $\sim 100\text{ m/s}$ 程度的高速噴出流Aとなる。そして、この高速噴出流Aは、周囲の空気を巻き込みながら徐々に減速、増量して末広がり状の拡散流Bを形成する。例えば、拡散流Bは、高速噴出流Aの3倍程度まで増量し、中心部の流速約 $20\sim 30\text{ m/s}$ 、温度約 -70°C の比較的高速で低温状態の高速拡散流B1と、周辺部の流速約数 m/s 、温度約 -50°C の比較的低速で高温状態となった低速拡散流B2とを形成して冷凍食品M

に到達する。

【0025】一方、凍結機30の断熱トンネル33の入口31から投入され、搬送手段34上を移動する冷凍食品Mは、図2に示すように、最初に、低速拡散流B2を通過するM1の位置にあるときに、比較的低速で高温の冷氣によって徐冷され、次いで、中心部の高速拡散流B1を通過するM2の位置にあるときに、比較的高速で低温の冷氣によって急冷され、更に低速拡散流B2を通過するM3の位置にあるときに、温度の均一化が行われることになる。そして、噴射ノズル35の数だけ、この徐冷、急冷、温度均一化の工程が繰り返されて冷凍食品Mが凍結し、断熱トンネル33の出口32から製品冷凍食品として連続的に取り出される。

【0026】上記構成によれば、圧縮空気を断熱膨張させて得られる冷氣には圧力があり、凍結機30内の噴射ノズル35から被凍結物に冷氣を直接噴射できるので、発生寒冷を有効に利用することができる。すなわち、凍結機30内において、搬送手段34によって移動する被凍結物に噴射ノズル35から冷氣を直接噴射することにより、各噴射ノズル35におけるノズル効果により、噴射ノズル35と被凍結物との間に比較的に温度が低く流速の速い中心部と比較的に温度が高く流速の遅い周辺部とからなる末広がり状の冷氣の流れが形成され、被凍結物は、搬送手段34に載置されて移動しながら、まず周辺部の冷氣流れで徐冷され、次いで中心部の低温の冷氣流れで急速冷却され、再び周辺部の流れで温度の均一化が行われ、これらの工程を噴射ノズル35の数だけ繰り返して凍結が完了する。このように、発生した冷氣が有する冷熱エネルギーと流動エネルギーとを有効に利用することにより、熱伝達効率を高めて被凍結物の凍結時間を短縮することができる。

【0027】また、冷氣発生機20を構成する空気圧縮機21や昇圧機22、膨張タービン23は、例えば、弁開度調整やバイパス手段等により、圧力や風量を容易に調節することができ、任意の圧力や量及び温度の冷氣を容易に得ることができる。したがって、冷凍食品Mの凍結温度よりはるかに低い低温を容易に得ることが可能である。このようにして得られた任意圧力、量、温度の冷氣を、凍結機30内に多数設けられ、ノズル間距離や、ノズル吹き出し口と被凍結物（冷凍食品M）との距離を可変自在に構成された噴射ノズル35から噴射することにより、冷凍食品Mの種類、形状、重量等に応じた凍結温度、時間、冷氣吹付流速を選択することができ、多種類の冷凍食品Mを凍結の対象とすることができるとともに、効率よく凍結することができる。

【0028】冷凍食品Mに十分な冷熱を与えるために冷氣吹付速度を単純に速めると、軽量な冷凍食品の場合等は飛散するおそれがあるが、本発明では、このような問題にも簡単に対応することができる。すなわち、噴射ノズル35の間隔やノズル吹き出し口と冷凍食品との距離

(図2におけるL1, L2寸法)を、冷凍食品Mの形状や重量等に合わせて調整するとともに、冷凍食品Mの上下から冷気を吹き付けることにより、飛散させることなく十分な冷熱を与えることができる。

【0029】図1において、凍結機30で冷凍食品Mの凍結に使用された冷気は、昇温して温気となり、断熱トンネル33内から取り出され、温気回収経路37を経由して前記冷気発生機20の配管41から空気圧縮機21に冷気発生用の原料空気として吸入され、再圧縮、再昇圧され、補助空気圧縮機24により系外から導入されて圧縮された補助空気と混合して前記経路を循環する。

【0030】すなわち、冷気発生機20から冷気供給管36を経由して凍結機30に供給される冷気の供給量は、凍結機30から温気回収管37を経由して回収される温気の回収量よりも僅かに多く、その量の差は、補助空気圧縮機24により系内に補給混合された量と等量である。このように、冷気供給量を温気回収量よりも僅かに多くすることによって、凍結機30の断熱トンネル33内を僅かな正圧に保持することができ、断熱トンネル33内への外気の侵入を完全に防止できるから、侵入熱を最小限にすることができるとともに、断熱トンネル33内での着霜を防止できるので、冷却効率が高まると同時に低温空気を回収するので除湿装置を不要とすることができる。

【0031】また、冷凍食品Mの凍結に使用された冷気は、昇温して温気となり、冷気発生機20の空気圧縮機21に自圧で吸引回収され、再び圧縮されて圧縮空気として循環するから、従来設けられていた冷気循環用のファンや、冷気を生成するための熱交換器をなくすることができ、装置の小型化、簡素化を図ることができ、これによって省スペース化、運転、維持管理を容易にすることができるとともに、消費動力を低減することができる。

【0032】さらに、本形態例では、冷気発生機20から冷気供給経路36を経由して供給される冷気を、多数の噴射ノズル35に直列に導いて噴射する場合を示したが、多数の噴射ノズル35を、例えば徐冷ゾーン、急冷ゾーン、温度均一化ゾーンの3群に分けて、そのゾーン毎に弁付きのノズルヘッダー36a, 36bを並列に設

け、弁開度調節により各ゾーン毎の流量を調節するように構成することもできる。

【0033】また、温気回収経路37から回収される温気は、比較的低温、低湿度であるから、低温の場合は、図1に破線で示すように、配管46から膨張タービン23に導入される昇圧空気と熱交換させてこれを冷却するための配管38a及び熱交換器38bを設けるようにしてもよい。この場合は、更に温度の低い冷気を発生することができる。さらに、湿度が少ない場合は、圧縮空気や昇圧空気配管中のドレン分離器21b, 22bを省略することができる。また、膨張タービン23を導出した配管47に、冷気中の塵や氷等の固型物を濾過するフィルターを設けてもよい。

【0034】なお、上記形態例で示した各数値は一例にすぎず、これに限定されるものではない。また、上記形態例では、被凍結物が冷凍食品の場合に付いて説明したが、種々の産業廃棄物等の低温破碎にも適用することができる。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の凍結方法及び装置によれば、冷気温度を被凍結物の凍結温度より低くできるとともに、被凍結物に冷気を直接噴射するので、熱伝達が促進されるので凍結時間の短縮が図れるとともに、装置の小型化やランニングコストの低減が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を適用した凍結装置の一形態例を示す系統図である。

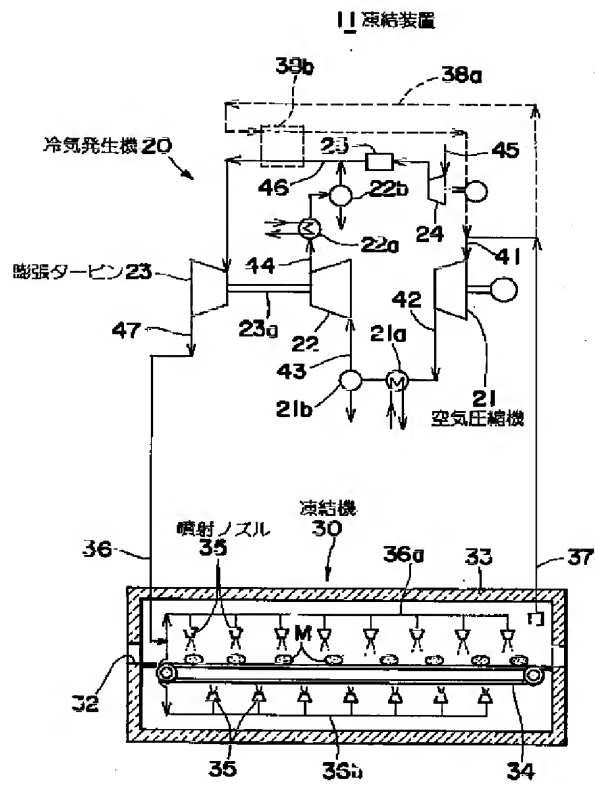
【図2】 噴射ノズルから噴出した冷気の流れを説明するための模式図である。

【図3】 従来の凍結装置の一例を示す概略図である。

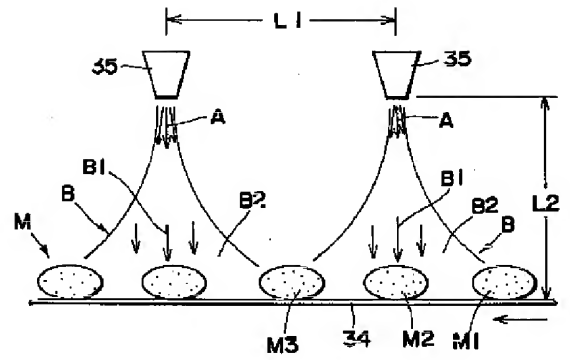
【符号の説明】

11…凍結装置、20…冷気発生機、21…空気圧縮機、22…昇圧機、23…膨張タービン、24…補助空気圧縮機、25…乾燥器、30…凍結機、31…入口、32…出口、33…断熱トンネル、34…搬送手段、35…噴射ノズル、36…冷気供給経路、37…温気回収経路

【図1】



【図2】



【図3】

